

## 明 細 書

### 半導体基板の切断方法

### 技術分野

- [0001] 本発明は、半導体デバイスの製造工程等において、表面に機能素子が形成された半導体基板を切断するために使用される半導体基板の切断方法に関する。

### 背景技術

- [0002] 従来におけるこの種の技術として、特許文献1や特許文献2には次のような技術が記載されている。まず、半導体ウェハの裏面にダイボンド樹脂層を介して粘着シートを貼り付け、この粘着シート上に半導体ウェハを保持させた状態でブレードにより半導体ウェハを切断して半導体チップを得る。そして、粘着シート上の半導体チップをピックアップする際に、ダイボンド樹脂を個々の半導体チップと共に粘着シートから剥離させる。これにより、半導体チップの裏面に接着剤を塗布するなどの工程を省略して、半導体チップをリードフレーム上に接着することが可能になる。

特許文献1:特開2002-158276号公報

特許文献2:特開2000-104040号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0003] しかしながら、上述したような技術においては、粘着シート上に保持された半導体ウェハをブレードによって切断する際に、粘着シートは切断しないようにする一方で、半導体ウェハと粘着シートとの間に存在するダイボンド樹脂層は確実に切断する必要がある。そのため、このような場合のブレードによる半導体ウェハの切断は、特に慎重を期すべきものとなる。
- [0004] そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、表面に機能素子が形成された半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することができる半導体基板の切断方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0005] 上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板の切断方法は、表面に機

能素子が形成された半導体基板を切断予定ラインに沿って切断する半導体基板の切断方法であって、半導体基板の裏面をレーザ光入射面として半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することで改質領域を形成し、その改質領域によって、切断予定ラインに沿ってレーザ光入射面から所定距離内側に切断起点領域を形成する工程と、切断起点領域を形成した後に、半導体基板の裏面にダイボンド樹脂層を介在させて拡張可能な保持部材を取り付ける工程と、保持部材を取り付けた後に、保持部材を拡張させることで半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って切断する工程とを備えることを特徴とする。

[0006] この半導体基板の切断方法においては、表面に機能素子が形成された半導体基板を加工対象物とする。そして、そのような半導体基板の裏面をレーザ光入射面として半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することで、例えば多光子吸収或いはそれと同等の光吸収を生じさせ、切断予定ラインに沿って半導体基板の内部に改質領域による切断起点領域を形成する。このとき、半導体基板の裏面をレーザ光入射面とするのは、表面をレーザ光入射面とすると機能素子によりレーザ光の入射が妨げられるおそれがあるからである。このように半導体基板の内部に切断起点領域が形成されると、自然に或いは比較的小さな力を加えることで、切断起点領域を起点として割れを発生させ、その割れを半導体基板の表面と裏面とに到達させることができる。従って、切断起点領域を形成した後に、半導体基板の裏面にダイボンド樹脂層を介在させて拡張可能な保持部材を取り付け、その保持部材を拡張させると、切断予定ラインに沿って切断された半導体基板の切断面が保持部材の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになる。これにより、半導体基板と保持部材との間に存在するダイボンド樹脂層も切断予定ラインに沿って切断される。よって、ブレードで切断するような場合に比べて遥かに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って切断することができる。しかも、切断予定ラインに沿って切断された半導体基板の切断面が初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体基板と切断された個々のダイボンド樹脂層とがほぼ同一の外形となり、各半導体基板の切断面からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

[0007] ここで、切断起点領域とは、半導体基板が切断される際に切断の起点となる領域を

意味する。この切断起点領域は、改質領域が連続的に形成されることで形成される場合もあるし、改質領域が断続的に形成されることで形成される場合もある。また、機能素子とは、例えば、結晶成長により形成された半導体動作層、フォトダイオード等の受光素子、レーザダイオード等の発光素子、回路として形成された回路素子等を意味する。

[0008] 更に、切断起点領域を形成する前に、半導体基板が所定の厚さとなるように半導体基板の裏面を研磨する工程を備えることが好ましい。このように、半導体基板が所定の厚さとなるようにその裏面を予め研磨しておくことで、半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿ってより一層精度良く切断することが可能になる。なお、研磨とは、切削、研削、ケミカルエッチング等を含む意味である。

[0009] また、改質領域は溶融処理領域を含む場合がある。加工対象物が半導体基板であると、レーザ光の照射によって溶融処理領域が形成される場合がある。この溶融処理領域は上述した改質領域の一例であるため、この場合にも、半導体基板を容易に切断することができ、半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って効率良く切断することが可能になる。

[0010] また、改質領域は、溶融処理領域と、その溶融処理領域に対してレーザ光入射面の反対側に位置する微小空洞とを含む場合がある。加工対象物が半導体基板であると、レーザ光の照射によって溶融処理領域及び微小空洞が形成される場合がある。この溶融処理領域及び微小空洞は上述した改質領域の一例であるため、この場合にも、半導体基板を容易に切断することができ、半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って効率良く切断することが可能になる。

[0011] また、上述してきた本発明に係る半導体基板の切断方法において、切断起点領域を形成する際には、切断起点領域を起点として半導体基板の表面に割れを到達させてもよいし、切断起点領域を起点として半導体基板の裏面に割れを到達させてもよいし、切断起点領域を起点として半導体基板の表面と裏面とに割れを到達させてもよい。

[0012] また、保持部材を拡張させることで半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って切断する工程の前に、ダイボンド樹脂層を加熱する工程を備えることが

好ましい。このように、保持部材を拡張させる前に予めダイボンド樹脂層を加熱しておくと、保持部材を拡張させることで、より一層精度良く且つ容易にダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って切断することが可能になる。

### 発明の効果

- [0013] 本発明によれば、表面に機能素子が形成された半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1は、本実施形態のレーザ加工方法によるレーザ加工中の半導体基板の平面図である。
- [図2]図2は、図1に示す半導体基板のII-II線に沿っての断面図である。
- [図3]図3は、本実施形態のレーザ加工方法によるレーザ加工後の半導体基板の平面図である。
- [図4]図4は、図3に示す半導体基板のIV-IV線に沿っての断面図である。
- [図5]図5は、図3に示す半導体基板のV-V線に沿っての断面図である。
- [図6]図6は、本実施形態のレーザ加工方法により切断された半導体基板の平面図である。
- [図7]図7は、本実施形態のレーザ加工方法により熔融処理領域が形成されたシリコンウェハの切断面の写真を表した図である。
- [図8]図8は、本実施形態のレーザ加工方法におけるレーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。
- [図9]図9は、本実施形態のレーザ加工方法により熔融処理領域及び微小空洞が形成された半導体基板の断面図である。
- [図10]図10は、本実施形態のレーザ加工方法により熔融処理領域及び微小空洞が形成される原理を説明するための断面図である。
- [図11]図11は、本実施形態のレーザ加工方法により熔融処理領域及び微小空洞が形成されたシリコンウェハの切断面の写真を表した図である。
- [図12]図12は、本実施形態の半導体基板の切断方法において加工対象物となるシリコンウェハの平面図である。

[図13]図13は、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハに保護フィルムが貼り付けられた状態、(b)はシリコンウェハが薄型化された状態、(c)は保護フィルムに紫外線が照射されている状態である。

[図14]図14は、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハ及び保護フィルムが載置台上に固定された状態、(b)はシリコンウェハにレーザ光が照射されている状態、(c)はシリコンウェハの内部に切断起点領域が形成された状態である。

[図15]図15は、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハにダイボンド樹脂付フィルムが貼り付けられた状態、(b)はシリコンウェハから保護フィルムが剥がされた状態、(c)は拡張フィルムに紫外線が照射されている状態である。

[図16]図16は、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、(a)は拡張フィルムがエキスパンドされた状態、(b)は切断されたダイボンド樹脂層と共に半導体チップがピックアップされている状態、(c)は半導体チップがダイボンド樹脂層を介してリードフレームに接合された状態である。

[図17]図17は、本実施形態の半導体基板の切断方法におけるシリコンウェハと切断起点領域との関係を示す模式図であり、(a)は切断起点領域を起点とした割れが発生していない状態、(b)は切断起点領域を起点とした割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達している状態である。

[図18]図18は、本実施形態の半導体基板の切断方法におけるシリコンウェハと切断起点領域との関係を示す模式図であり、(a)は切断起点領域を起点とした割れがシリコンウェハの表面に到達している状態、(b)は切断起点領域を起点とした割れがシリコンウェハの裏面に到達している状態である。

[図19]図19は、本実施形態の半導体基板の切断方法の具体例を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハ及び保護フィルムが載置台上に固定された状態、(b)はシリコンウェハにレーザ光が照射されている状態、(c)はシリコンウェハの内部に切断起点領域が形成された状態である。

[図20]図20は、本実施形態の半導体基板の切断方法の具体例を説明するための模

式図であり、(a)はシリコンウェハにダイボンド樹脂層が固定された状態、(b)はダイボンド樹脂層にレーザ光が照射されている状態、(c)はダイボンド樹脂層に変質領域が形成された状態である。

[図21]図21は、本実施形態の半導体基板の切断方法の具体例を説明するための模式図であり、(a)はダイボンド樹脂層に粘着剤層を介して拡張フィルムが貼り付けられた状態、(b)はシリコンウェハから保護フィルムが剥がされた状態、(c)は拡張フィルムがエキスパンドされた状態である。

[図22]図22は、本実施形態の半導体基板の切断方法の他の具体例を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハにダイボンド樹脂付フィルムが貼り付けられた状態、(b)はダイボンド樹脂層にレーザ光が照射されている状態、(c)はダイボンド樹脂層に変質領域が形成された状態である。

[図23]図23は、本実施形態の半導体基板の切断方法の他の具体例を説明するための模式図であり、(a)はシリコンウェハがレーザ加工装置の載置台から取り外された状態、(b)はシリコンウェハから保護フィルムが剥がされた状態、(c)は拡張フィルムがエキスパンドされた状態である。

### 符号の説明

[0015] 1…半導体基板、3…表面、5…切断予定ライン、7…改質領域、8…切断起点領域、11…シリコンウェハ(半導体基板)、13…熔融処理領域、14…微小空洞、15…機能素子、17…裏面(レーザ光入射面)、21…拡張フィルム(保持部材)、23…ダイボンド樹脂層、28…割れ、L…レーザ光、P…集光点。

### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明に係る半導体基板の切断方法の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。本実施形態では、半導体基板の内部に改質領域を形成するために多光子吸収という現象を利用する。そこで、最初に、多光子吸収により改質領域を形成するためのレーザ加工方法について説明する。

[0017] 材料の吸収のバンドギャップ $E_g$ よりも光子のエネルギー $h\nu$ が小さいと光学的に透明となる。よって、材料に吸収が生じる条件は $h\nu > E_g$ である。しかし、光学的に透明でも、レーザ光の強度を非常に大きくすると $nh\nu > E_g$ の条件( $n=2, 3, 4, \dots$ )で

材料に吸収が生じる。この現象を多光子吸収という。パルス波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点のピークパワー密度( $W/cm^2$ )で決まり、例えばピークパワー密度が $1 \times 10^8 (W/cm^2)$ 以上の条件で多光子吸収が生じる。ピークパワー密度は、(集光点におけるレーザ光の1パルス当たりのエネルギー) ÷ (レーザ光のビームスポット断面積 × パルス幅)により求められる。また、連続波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点の電界強度( $W/cm^2$ )で決まる。

[0018] このような多光子吸収を利用する本実施形態のレーザ加工方法について、図1ー図6を参照して説明する。図1に示すように、半導体基板1の表面3には、半導体基板1を切断するための切断予定ライン5がある。切断予定ライン5は直線状に延びた仮想線である。本実施形態のレーザ加工方法では、図2に示すように、多光子吸収が生じる条件で半導体基板1の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを照射して改質領域7を形成する。なお、集光点Pとは、レーザ光Lが集光する箇所のことである。また、切断予定ライン5は、直線状に限らず曲線状であってもよいし、仮想線に限らず半導体基板1に実際に引かれた線であってもよい。

[0019] そして、レーザ光Lを切断予定ライン5に沿って(すなわち、図1の矢印A方向に)相対的に移動させることにより、集光点Pを切断予定ライン5に沿って移動させる。これにより、図3ー図5に示すように、改質領域7が切断予定ライン5に沿って半導体基板1の内部に形成され、この改質領域7が切断起点領域8となる。本実施形態のレーザ加工方法は、半導体基板1がレーザ光Lを吸収することにより半導体基板1を発熱させて改質領域7を形成するものではない。半導体基板1にレーザ光Lを透過させ半導体基板1の内部に多光子吸収を発生させて改質領域7を形成している。よって、半導体基板1の表面3ではレーザ光Lがほとんど吸収されないので、半導体基板1の表面3が溶融することはない。

[0020] 半導体基板1の内部に切断起点領域8を形成すると、この切断起点領域8を起点として割れが発生し易くなるため、図6に示すように、比較的小さな力で半導体基板1を切断することができる。よって、半導体基板1の表面3に不必要な割れを発生させることなく、半導体基板1を高精度に切断することが可能になる。

[0021] この切断起点領域8を起点とした半導体基板1の切断には、次の2通りが考えられ

る。1つは、切断起点領域8の形成後、半導体基板1に人為的な力が印加されることにより、切断起点領域8を起点として半導体基板1が割れ、半導体基板1が切断される場合である。これは、例えば半導体基板1の厚さが大きい場合の切断である。人為的な力が印加されるとは、例えば、半導体基板1の切断起点領域8に沿って半導体基板1に曲げ応力やせん断応力を加えたり、半導体基板1に温度差を与えることにより熱応力を発生させたりすることである。他の1つは、切断起点領域8を形成することにより、切断起点領域8を起点として半導体基板1の断面方向(厚さ方向)に向かって自然に割れ、結果的に半導体基板1が切断される場合である。これは、例えば半導体基板1の厚さが小さい場合には、1列の改質領域7により切断起点領域8が形成されることで可能となり、半導体基板1の厚さが大きい場合には、厚さ方向に複数列形成された改質領域7により切断起点領域8が形成されることで可能となる。なお、この自然に割れる場合も、切断する箇所において、切断起点領域8が形成されていない部位に対応する部分の表面3上にまで割れが先走ることがなく、切断起点領域8を形成した部位に対応する部分のみを割断することができるので、割断を制御よくすることができる。近年、シリコンウェハ等の半導体基板1の厚さは薄くなる傾向にあるので、このような制御性のよい割断方法は大変有効である。

[0022] さて、本実施形態のレーザ加工方法において、多光子吸収により形成される改質領域としては、次の(1)、(2)の場合がある。

[0023] (1)改質領域が熔融処理領域の場合

半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が $1 \times 10^8$  (W/cm<sup>2</sup>)以上で且つパルス幅が $1 \mu$ s以下の条件でレーザ光を照射する。これにより半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に熔融処理領域が形成される。熔融処理領域とは一旦熔融後再固化した領域や、まさに熔融状態の領域や、熔融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、熔融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造



及び多結晶構造を含む構造に変化した領域を意味する。半導体基板がシリコン単結晶構造の場合、熔融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。なお、電界強度の上限値としては、例えば $1 \times 10^{12} (\text{W}/\text{cm}^2)$ である。パルス幅は例えば1ns〜200nsが好ましい。

[0024] 本発明者らは、半導体基板の一例であるシリコンウェハの内部で熔融処理領域が形成されることを実験により確認した。実験条件は次の通りである。

[0025] (A) 半導体基板:シリコンウェハ(厚さ350  $\mu\text{m}$ 、外径4インチ)

(B) レーザ

光源:半導体レーザ励起Nd:YAGレーザ

波長:1064nm

レーザ光スポット断面積: $3.14 \times 10^{-8} \text{cm}^2$

発振形態:Qスイッチパルス

繰り返し周波数:100kHz

パルス幅:30ns

出力:20  $\mu\text{J}$ /パルス

レーザ光品質: $\text{TEM}_{00}$

偏光特性:直線偏光

(C) 集光用レンズ

倍率:50倍

N. A. :0.55

レーザ光波長に対する透過率:60パーセント

(D) 半導体基板が載置される載置台の移動速度:100mm/秒

[0026] 図7は、上記条件でのレーザ加工により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。シリコンウェハ11の内部に熔融処理領域13が形成されている。なお、上記条件により形成された熔融処理領域13の厚さ方向の大きさは100  $\mu\text{m}$ 程度である。

[0027] 熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを説明する。図8は、レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。ただし、シリコン

基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さ $t$ が $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ 、 $500\mu\text{m}$ 、 $1000\mu\text{m}$ の各々について上記関係を示した。

[0028] 例えば、Nd:YAGレーザの波長である $1064\text{nm}$ において、シリコン基板の厚さが $500\mu\text{m}$ 以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザ光が80%以上透過することが分かる。図7に示すシリコンウェハ11の厚さは $350\mu\text{m}$ であるので、多光子吸収による熔融処理領域13はシリコンウェハ11の中心付近、つまり表面から $175\mu\text{m}$ の部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ $200\mu\text{m}$ のシリコンウェハを参考にすると、90%以上なので、レーザ光がシリコンウェハ11の内部で吸収されるのは僅かであり、ほとんどが透過する。このことは、シリコンウェハ11の内部でレーザ光が吸収されて、熔融処理領域13がシリコンウェハ11の内部に形成(つまりレーザ光による通常の加熱で熔融処理領域が形成)されたものではなく、熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを意味する。多光子吸収による熔融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第66集(2000年4月)の第72頁～第73頁の「ピコ秒パルスレーザによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

[0029] なお、シリコンウェハは、熔融処理領域によって形成される切断起点領域を起点として断面方向に向かって割れを発生させ、その割れがシリコンウェハの表面と裏面に到達することにより、結果的に切断される。シリコンウェハの表面と裏面に到達するこの割れは自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。そして、切断起点領域からシリコンウェハの表面と裏面とに割れが自然に成長する場合には、切断起点領域を形成する熔融処理領域が熔融している状態から割れが成長する場合と、切断起点領域を形成する熔融処理領域が熔融している状態から再固化する際に割れが成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も熔融処理領域はシリコンウェハの内部のみに形成され、切断後の切断面には、図7のように内部にのみ熔融処理領域が形成されている。このように、半導体基板の内部に熔融処理領域によって切断起点領域を形成すると、切断時、切断起点領域ラインから外れた不必要な割れが生じにくいので、切断制御が容易となる。

[0030] (2) 改質領域が熔融処理領域及び微小空洞の場合

半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が $1 \times 10^8$  (W/cm<sup>2</sup>)以上で且つパルス幅が $1 \mu$ s以下の条件でレーザ光を照射する。これにより、半導体基板の内部には熔融処理領域と微小空洞とが形成される場合がある。図9に示すように、半導体基板1の表面3側からレーザ光Lを入射させた場合、微小空洞14は、熔融処理領域13に対して裏面17側に形成される。図9では、熔融処理領域13と微小空洞14とが離れて形成されているが、熔融処理領域13と微小空洞14とが連続して形成される場合もある。つまり、多光子吸収によって熔融処理領域及び微小空洞が対になって形成される場合、微小空洞は、熔融処理領域に対して半導体基板におけるレーザ光入射面の反対側に形成されることになる。なお、電界強度の上限値としては、例えば $1 \times 10^{12}$  (W/cm<sup>2</sup>)である。パルス幅は例えば1ns〜200nsが好ましい。

[0031] このように、半導体基板1にレーザ光Lを透過させ半導体基板1の内部に多光子吸収を発生させて熔融処理領域13を形成した場合に、それぞれの熔融処理領域13に対応した微小空洞14が形成される原理については必ずしも明らかではない。ここでは、熔融処理領域13及び微小空洞14が対になった状態で形成される原理に関して本発明者らが想定する2つの仮説を説明する。

[0032] 本発明者らが想定する第1の仮説は次の通りである。すなわち、図10に示すように、半導体基板1の内部の集光点Pに焦点を合わせてレーザ光Lを照射すると、集光点Pの近傍に熔融処理領域13が形成される。従来は、このレーザ光Lとして、レーザ光源から照射されるレーザ光Lの中心部分の光(図10中、L4及びL5に相当する部分の光)を使用することとしていた。これは、レーザ光Lのガウシアン分布の中心部分を使用するためである。本発明者らはレーザ光Lが半導体基板1の表面3に与える影響をおさえるためにレーザ光Lを広げることとした。その一手法として、レーザ光源から照射されるレーザ光Lを所定の光学系でエキスパンドしてガウシアン分布の裾野を広げて、レーザ光Lの周辺部分の光(図10中、L1〜L3及びL6〜L8に相当する部分の光)のレーザ強度を相対的に上昇させることとした。このようにエキスパンドしたレーザ光Lを半導体基板1に透過させると、既に説明したように集光点Pの近傍では熔融処理領域13が形成され、その熔融処理領域13に対応した部分に微小空洞14が

形成される。つまり、熔融処理領域13と微小空洞14とはレーザ光Lの光軸(図10中の一点鎖線)に沿った位置に形成される。微小空洞14が形成される位置は、レーザ光Lの周辺部分の光(図10中、L1〜L3及びL6〜L8に相当する部分の光)が理論上集光される部分に相当する。このようにレーザ光Lの中心部分の光(図10中、L4及びL5に相当する部分の光)と、レーザ光Lの周辺部分の光(図10中、L1〜L3及びL6〜L8に相当する部分の光)とがそれぞれ集光される部分が半導体基板1の厚さ方向において異なるのは、レーザ光Lを集光するレンズの球面収差によるものと考えられる。本発明者らが想定する第1の仮説は、この集光位置の差が何らかの影響を及ぼしているのではないかというものである。

[0033] 本発明者らが想定する第2の仮説は、レーザ光Lの周辺部分の光(図10中、L1〜L3及びL6〜L8に相当する部分の光)が集光される部分は理論上のレーザ集光点であるから、この部分の光強度が高く微細構造変化が起こっているためにその周囲が実質的に結晶構造が変化していない微小空洞14が形成され、熔融処理領域13が形成されている部分は熱的な影響が大きく単純に溶解して再固化したというものである。

[0034] ここで、熔融処理領域は上記(1)で述べた通りのものであるが、微小空洞は、その周囲が実質的に結晶構造が変化していないものである。半導体基板がシリコン単結晶構造の場合には、微小空洞の周囲はシリコン単結晶構造のままの部分が多い。

[0035] 本発明者らは、半導体基板の一例であるシリコンウェハの内部で熔融処理領域及び微小空洞が形成されることを実験により確認した。実験条件は次の通りである。

[0036] (A)加工対象物:シリコンウェハ(厚さ100  $\mu$  m)

(B)レーザ

光源:半導体レーザ励起Nd:YAGレーザ

波長:1064nm

繰り返し周波数:40kHz

パルス幅:30nsec

パルスピッチ:7  $\mu$  m

加工深さ:8  $\mu$  m

パルスエネルギー:  $50 \mu\text{J}$ /パルス

(C)集光用レンズ

NA: 0.55

(D)加工対象物が載置される載置台の移動速度:  $280\text{mm/sec}$

[0037] 図11は、上記条件でのレーザ加工により切断されたシリコンウェハの切断面の写真を表した図である。図11において(a)と(b)とは同一の切断面の写真を異なる縮尺で示したものである。同図に示すように、シリコンウェハ11の内部には、1パルスのレーザ光Lの照射により形成された熔融処理領域13及び微小空洞14の対が、切断面に沿って(すなわち、切断予定ラインに沿って)所定のピッチで形成されている。なお、図11に示す切断面の熔融処理領域13は、シリコンウェハ11の厚さ方向(図中の上下方向)の幅が $13 \mu\text{m}$ 程度で、レーザ光Lを移動する方向(図中の左右方向)の幅が $3 \mu\text{m}$ 程度である。また、微小空洞14は、シリコンウェハ11の厚さ方向の幅が $7 \mu\text{m}$ 程度で、レーザ光Lを移動する方向の幅が $1.3 \mu\text{m}$ 程度である。熔融処理領域13と微小空洞8との間隔は $1.2 \mu\text{m}$ 程度である。

[0038] 以上、多光子吸収により形成される改質領域として(1)、(2)の場合を説明したが、半導体基板の結晶構造やその劈開性などを考慮して切断起点領域を次のように形成すれば、その切断起点領域を起点として、より一層小さな力で、しかも精度良く半導体基板を切断することが可能になる。

[0039] すなわち、シリコンなどのダイヤモンド構造の単結晶半導体からなる基板の場合は、(111)面(第1劈開面)や(110)面(第2劈開面)に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。また、GaAsなどの閃亜鉛鉱型構造のIII-V族化合物半導体からなる基板の場合は、(110)面に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。

[0040] なお、上述した切断起点領域を形成すべき方向(例えば、単結晶シリコン基板における(111)面に沿った方向)、或いは切断起点領域を形成すべき方向と直交する方向に沿って基板にオリエンテーションフラットを形成すれば、そのオリエンテーションフラットを基準とすることで、切断起点領域を形成すべき方向に沿った切断起点領域を容易且つ正確に基板に形成することが可能になる。

- [0041] 以下、本発明に係る半導体基板の切断方法の好適な実施形態について、より具体的に説明する。なお、図13ー図16は、図12のシリコンウェハのXIII-XIII線に沿っての部分断面図である。
- [0042] 図12に示すように、加工対象物となるシリコンウェハ(半導体基板)11の表面3には、複数の機能素子15がオリエンテーションフラット16に平行な方向と垂直な方向とにマトリックス状にパターン形成されている。このようなシリコンウェハ11を次のようにして機能素子15毎に切断する。
- [0043] まず、図13(a)に示すように、シリコンウェハ11の表面3側に保護フィルム18を貼り付けて機能素子15を覆う。この保護フィルム18は、機能素子15を保護すると共にシリコンウェハ11を保持するものである。保護フィルム18を貼り付けた後、図13(b)に示すように、シリコンウェハ11が所定の厚さとなるようにシリコンウェハ11の裏面17を平面研削し、更に、裏面17にケミカルエッチングを施して裏面17を平滑化する。このようにして、例えば、厚さ350  $\mu$  mのシリコンウェハ11を厚さ100  $\mu$  mに薄型化する。シリコンウェハ11を薄型化した後、保護フィルム18に紫外線を照射する。これにより、保護フィルム18の粘着層であるUV硬化樹脂層が硬化し、保護フィルム18がシリコンウェハ11から剥がれ易くなる。
- [0044] 続いて、レーザ加工装置を用いてシリコンウェハ11の内部に切断起点領域を形成する。すなわち、図14(a)に示すように、レーザ加工装置の載置台19上に、シリコンウェハ11の裏面17を上方に向けて保護フィルム18を真空吸着により固定し、隣り合う機能素子15、15間を通るように切断予定ライン5を格子状に設定する(図12の二点鎖線参照)。そして、図14(b)に示すように、裏面17をレーザ光入射面としてシリコンウェハ11の内部に集光点Pを合わせて、上述した多光子吸収が生じる条件でレーザ光Lを照射し、載置台19の移動により切断予定ライン5に沿って集光点Pを相対移動させる。これにより、図14(c)に示すように、シリコンウェハ11の内部には、切断予定ライン5に沿って熔融処理領域13により切断起点領域8が形成される。
- [0045] 続いて、保護フィルム18が貼り付けられたシリコンウェハ11を載置台19から取り外し、図15(a)に示すように、シリコンウェハ11の裏面17に、ダイボンド樹脂付フィルム20(例えば、リンテック株式会社の「LE-5000(商品名)」)を貼り付ける。このダイボ

ンド樹脂付フィルム20は、厚さ100  $\mu$  m程度の拡張可能な拡張フィルム(保持部材)21を有し、この拡張フィルム21上には、ダイボンディング用接着剤として機能するダイボンド樹脂層(粘着性樹脂層)23が、層厚数  $\mu$  m程度のUV硬化樹脂層を介して設けられている。つまり、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層23を介在させて拡張フィルム21を貼り付けることになる。なお、拡張フィルム21の周縁部分には、フィルム拡張手段30が取り付けられている。ダイボンド樹脂付フィルム20を貼り付けた後、図15(b)に示すように、シリコンウェハ11の表面3側から保護フィルム18を剥がし、図15(c)に示すように、拡張フィルム21に紫外線を照射する。これにより、拡張フィルム21の粘着層であるUV硬化樹脂層が硬化し、ダイボンド樹脂層23が拡張フィルム21から剥がれ易くなる。

[0046] 続いて、図16(a)に示すように、フィルム拡張手段30によって、拡張フィルム21の周縁部分を外側に向かって引っ張るようにして拡張フィルム21を拡張させる。この拡張フィルム21のエキスパンドによって、切断起点領域8を起点として厚さ方向に割れが発生し、この割れがシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達することになる。これにより、シリコンウェハ11が切断予定ライン5に沿って精度良く切断され、機能素子15を1つ有した半導体チップ25が複数得られる。また、このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対面する切断面25a、25aは、拡張フィルム21の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになるため、シリコンウェハ11の切断と同時に、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23も切断予定ライン5に沿って切断される。

[0047] 続いて、図16(b)に示すように、吸着コレット等を用いて半導体チップ25を順次ピックアップしていく。このとき、ダイボンド樹脂層23は半導体チップ25と同等の外形に切断されており、また、ダイボンド樹脂層23と拡張フィルム21との密着力が低下しているため、半導体チップ25は、その裏面に切断されたダイボンド樹脂層23が密着した状態でピックアップされることになる。そして、図16(c)に示すように、半導体チップ25を、その裏面に密着したダイボンド樹脂層23を介してリードフレーム27のダイパッド上に載置し、加熱によりフィラー接合する。

[0048] 以上のようなシリコンウェハ11の切断方法においては、表面3に機能素子15が形

成されたシリコンウェハ11を加工対象物とし、その裏面17をレーザ光入射面としてシリコンウェハ11の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを照射する。これにより、シリコンウェハ11の内部で多光子吸収を生じさせ、切断予定ライン5に沿ってシリコンウェハ11の内部に溶融処理領域13による切断起点領域8を形成する。このとき、半導体基板の裏面をレーザ光入射面とするのは、表面をレーザ光入射面とすると機能素子によりレーザ光の入射が妨げられるおそれがあるからである。このようにシリコンウェハ11の内部に切断起点領域8が形成されると、自然に或いは比較的小さな力を加えることで、切断起点領域8を起点として割れを発生させ、その割れをシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させることができる。従って、切断起点領域8を形成した後に、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層23を介在させて拡張フィルム21を貼り付け、その拡張フィルム21を拡張させると、切断予定ライン5に沿って切断されたシリコンウェハ11の切断面25a、25aが拡張フィルム21の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになる。これにより、シリコンウェハ11と拡張フィルム21との間に存在するダイボンド樹脂層23も切断予定ライン5に沿って切断される。よって、ブレードで切断するような場合に比べて遥かに効率良くシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定ライン5に沿って切断することができる。

[0049] しかも、切断予定ライン5に沿って切断されたシリコンウェハ11の切断面25a、25aが初めは互いに密着しているがために、切断された個々のシリコンウェハ11と切断された個々のダイボンド樹脂層23とがほぼ同一の外形となり、各シリコンウェハ11の切断面25aからダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

[0050] 更に、シリコンウェハ11の内部に切断起点領域8を形成する前に、シリコンウェハ11が所定の厚さとなるようにシリコンウェハ11の裏面17を研磨する。このように、シリコンウェハ11を所定の厚さに薄型化しておくことで、シリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定ライン5に沿ってより一層精度良く切断することが可能になる。

[0051] ところで、上述したシリコンウェハ11の切断方法は、図17(a)に示すように、拡張フィルム21をエキスパンドする前までは、切断起点領域8を起点とした割れがシリコンウェハ11に発生しない場合であったが、図17(b)に示すように、拡張フィルム21をエキスパンドする前に、切断起点領域8を起点とした割れ28を発生させ、この割れ28をシ



リコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させてもよい。この割れ28を発生させる方法としては、例えばナイフエッジ等の応力印加手段を切断起点領域8に沿ってシリコンウェハ11の裏面17に押し当てることで、切断起点領域8に沿ってシリコンウェハ11に曲げ応力やせん断応力を生じさせる方法や、シリコンウェハ11に温度差を与えることで切断起点領域8に沿ってシリコンウェハ11に熱応力を生じさせる方法などがある。

[0052] このように、拡張フィルム21をエキスパンドする前に、切断起点領域8に沿ってシリコンウェハ11にストレスを生じさ、切断起点領域8に沿ってシリコンウェハ11を切断しておく、極めて精度良く切断された半導体チップ25を得ることができる。そして、この場合においても、シリコンウェハ11に貼り付けられた拡張フィルム21を拡張させると、隣り合う半導体チップ25、25の対面する切断面25a、25aが拡張フィルム21の拡張に伴って密着した状態から離れていくため、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23は切断面25aに沿って切断されることになる。従って、この切断方法によっても、ブレードで切断するような場合に比べれば、遥かに効率良くシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断起点領域8に沿って切断することが可能になる。

[0053] なお、シリコンウェハ11の厚さが薄くなると、切断起点領域8に沿ってストレスを生じさせなくても、図17(b)に示すように、切断起点領域8を起点とした割れ28がシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達する場合がある。

[0054] また、図18(a)に示すように、シリコンウェハ11の内部における表面3近傍に熔融処理領域13による切断起点領域8を形成し、表面3に割れ28を到達させておけば、切断して得られる半導体チップ25の表面(すなわち、機能素子形成面)の切断精度を極めて高くすることができる。一方、図18(b)に示すように、シリコンウェハ11の内部における裏面17近傍に熔融処理領域13による切断起点領域8を形成し、裏面17に割れ28を到達させておけば、拡張フィルム21のエキスパンドによってダイボンド樹脂層23を精度良く切断することができる。

[0055] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態は、半導体基板1の内部で多光子吸収を生じさせて改質領域7を形成した場合であつた

が、半導体基板1の内部で多光子吸収と同等の光吸収を生じさせて改質領域7を形成することができる場合もある。

[0056] また、上述したシリコンウェハ11の切断方法は、改質領域として溶融処理領域13を形成する場合であったが、改質領域として溶融処理領域13及び微小空洞14を形成してもよい。この場合、シリコンウェハ11の裏面17をレーザ光入射面とするため、微小空洞14は、溶融処理領域13に対してレーザ光入射面の反対側、すなわち、機能素子15が形成された表面3側に形成されることになる。切断面において微小空洞14側の部分は、溶融処理領域13側の部分に比べ高精度になる傾向があるため、機能素子15が形成された表面3側に微小空洞14を形成することで、半導体チップ25の歩留まりをより一層向上させることが可能になる。

[0057] また、上記実施形態において、ダイボンド樹脂付フィルム20の拡張フィルム21を拡張させる前に、ダイボンド樹脂付フィルム20のダイボンド樹脂層23を予め加熱しておく、拡張フィルム21を拡張させた際に、シリコンウェハ11の切断と同時に、ダイボンド樹脂層23を切断予定ライン5に沿ってより一層精度良く且つ容易に切断することが可能になる。これは、ダイボンド樹脂層23の物性が加熱によって引きちぎれ易いものに変化するためと考えられる。具体的には、ダイボンド樹脂層23を50℃～120℃の温度で1分～30分加熱すると、ダイボンド樹脂層23の物性が引きちぎれ易いものに変化する。この点、当該温度が50℃を下回るとダイボンド樹脂層23の物性が引きちぎれ易いものに変化し難く、当該温度が120℃を超えるとダイボンド樹脂層23が原形をとどめないほど軟化するおそれがある。

[0058] 上述したダイボンド樹脂層23の加熱方法としては、ダイボンド樹脂層23の全体を加熱してもよいし、ダイボンド樹脂層23の切断予定ライン5に沿った部分を選択的に加熱してもよい。ダイボンド樹脂層23の全体を加熱するためには、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂付フィルム20を貼り付けた状態で、それらに温風を当てたり、それらを加熱炉に入れたり、或いは、ヒータが埋設された加熱台上に載置したりすればよい。また、ダイボンド樹脂層23の切断予定ライン5に沿った部分を選択的に加熱するためには、ダイボンド樹脂層23に対して光吸収性を有するレーザ光を切断予定ライン5に照射するなどすればよい。

- [0059] なお、ダイボンド樹脂層23を加熱するタイミングは、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層23を介在させて拡張フィルム21を貼り付けてから、拡張フィルム21を拡張させることでシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定ライン5に沿って切断するまでの間であれば、いつであつてもよい。また、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層23を介在させて拡張フィルム21を貼り付ける前に、ダイボンド樹脂付フィルム20の状態ではダイボンド樹脂層23を加熱し、その後、加熱処理されたダイボンド樹脂層23を介在させて拡張フィルム21をシリコンウェハ11に貼り付けるようにしてもよい。この場合に、加熱処理されたダイボンド樹脂層23を介在させて拡張フィルム21をシリコンウェハ11に貼り付けるタイミングは、ダイボンド樹脂層23を加熱した直後であつてもよいし、ダイボンド樹脂層23を加熱してから所定時間が経過した後であつてもよい。このように加熱処理によってダイボンド樹脂層23が分割し易くなるのは、破断伸びが小さくなり、引張り強度が大きくなることが一つの要因と考えられる。また、ダイボンド樹脂層23に紫外線その他の電磁波を照射することで、ダイボンド樹脂層23の物性を引きちぎれ易いものに変化させ得る場合もある。
- [0060] ここで、ダイボンド樹脂層23の切断予定ライン5に沿った部分を選択的に加熱する場合の具体例について説明する。なお、各図において同一又は相当の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。
- [0061] まず、図19(a)に示すように、シリコンウェハ11の表面3側に保護フィルム18を貼り付けて機能素子15を覆い、レーザ加工装置の載置台19上に、シリコンウェハ11の裏面17を上方に向けて保護フィルム18を真空吸着により固定する。そして、隣り合う機能素子15、15間を通るように切断予定ライン5を格子状に設定した後、図19(b)に示すように、裏面17をレーザ光入射面としてシリコンウェハ11の内部に集光点Pを合わせて、多光子吸収が生じる条件でレーザ光Lを照射し、載置台19の移動により切断予定ライン5に沿って集光点Pを相対移動させる。これにより、図19(c)に示すように、シリコンウェハ11の内部には、切断予定ライン5に沿って熔融処理領域13により切断起点領域8が形成される。なお、保護フィルム18に代えて、ガラスや樹脂からなるプレート状の保護部材をシリコンウェハ11の表面3側に取り付けてもよい。
- [0062] 続いて、図20(a)に示すように、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層23

を固定し、レーザ加工装置の載置台19上に、シリコンウェハ11の裏面17を上方に向けて保護フィルム18を真空吸着により固定する。そして、図20(b)に示すように、ダイボンド樹脂層23に集光点Pを合わせて、所定の波長(例えば808nm)のレーザ光Lを照射し、載置台19の移動により切断予定ライン5に沿って集光点Pを相対移動させる。これにより、図20(c)に示すように、ダイボンド樹脂層23には、引きちぎれ易い物性を有する変質領域29が切断予定ライン5に沿って形成される。この変質領域29は、加熱効果により物性が変化したもの、或いは脆性化したものである。なお、所定の波長のレーザ光Lに代えて、切断予定ライン5に沿ってダイボンド樹脂層23に電子線を照射してもよい。

[0063] 続いて、シリコンウェハ11を載置台19から取り外し、図21(a)に示すように、シリコンウェハ11に固定されたダイボンド樹脂層23に、粘着剤層(紫外線その他のエネルギー線の照射により粘着力が低下する接着剤)31を介して拡張フィルム21を貼り付ける。なお、粘着剤層31付の拡張フィルム21をダイボンド樹脂層23に貼り付けてもよいし、ダイボンド樹脂層23に粘着剤層31を積層した後に拡張フィルム21を貼り付けてもよい。

[0064] そして、図21(b)に示すように、シリコンウェハ11の表面3側から保護フィルム18を剥がし、図21(c)に示すように、拡張フィルム21の周縁部分を外側に向かって引っ張るようにして拡張フィルム21を拡張させる。この拡張フィルム21のエキスパンドによって、切断起点領域8を起点として厚さ方向に割れが発生し、この割れがシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達することになる。これにより、シリコンウェハ11が切断予定ライン5に沿って精度良く切断され、機能素子15を1つ有した半導体チップ25が複数得られる。また、このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対面する切断面25a、25aは、拡張フィルム21の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになるため、シリコンウェハ11の切断と同時に、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23も切断予定ライン5に沿って切断される。

[0065] 続いて、粘着剤層31に紫外線その他のエネルギー線を照射して粘着剤層31の粘着力を低下させ、切断されたダイボンド樹脂層23が裏面に密着した状態の半導体チップ25を順次ピックアップする。

- [0066] 次に、ダイボンド樹脂層23の切断予定ライン5に沿った部分を選択的に加熱する場合の他の具体例について説明する。なお、各図において同一又は相当の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。
- [0067] まず、上述した具体例と同様に、シリコンウェハ11の内部に切断予定ライン5に沿って溶融処理領域13により切断起点領域8を形成する。その後、図22(a)に示すように、シリコンウェハ11の裏面17に、ダイボンド樹脂付フィルム32を貼り付け、レーザ加工装置の載置台19上に、シリコンウェハ11の裏面17を上方に向けて保護フィルム18を真空吸着により固定する。ダイボンド樹脂付フィルム32は、所定の波長(例えば808nm)のレーザ光を透過する材料からなる拡張フィルム21上にダイボンド樹脂層23が粘着剤層31を介して設けられたものである。なお、ダイボンド樹脂付フィルム32として、所定の波長のレーザ光を透過する材料からなる拡張フィルム21上にダイボンド樹脂層23が直接設けられたものを用いてもよい(例えば、特許第1987034号公報参照)。
- [0068] ダイボンド樹脂付フィルム32を貼り付けた後、図22(b)に示すように、ダイボンド樹脂層23に集光点Pを合わせて、上述した所定の波長のレーザ光Lを照射し、載置台19の移動により切断予定ライン5に沿って集光点Pを相対移動させる。これにより、図22(c)に示すように、ダイボンド樹脂層23には、引きちぎれ易い物性を有する変質領域29が切断予定ライン5に沿って形成される。
- [0069] 続いて、図23(a), (b)に示すように、シリコンウェハ11の表面3側から保護フィルム18を剥がし、図23(c)に示すように、拡張フィルム21の周縁部分を外側に向かって引っ張るようにして拡張フィルム21を拡張させる。この拡張フィルム21のエキスパンドによって、切断起点領域8を起点として厚さ方向に割れが発生し、この割れがシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達することになる。これにより、シリコンウェハ11が切断予定ライン5に沿って精度良く切断され、機能素子15を1つ有した半導体チップ25が複数得られる。また、このとき、隣り合う半導体チップ25, 25の対面する切断面25a, 25aは、拡張フィルム21の拡張に伴って密着した状態から離れていくこととなるため、シリコンウェハ11の切断と同時に、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23も切断予定ライン5に沿って切断される。

[0070] 続いて、粘着剤層31に紫外線その他のエネルギー線を照射して粘着剤層31の粘着力を低下させ、切断されたダイボンド樹脂層23が裏面に密着した状態の半導体チップ25を順次ピックアップする。なお、粘着剤層31に対する紫外線その他のエネルギー線の照射は、拡張フィルム21を拡張させる前でもよいし、拡張フィルム21を拡張させた後でもよい。

[0071] 上述した各具体例では、ダイボンド樹脂層23に切断予定ライン5に沿って所定の波長のレーザ光Lを照射したが、切断予定ライン5に沿って光透過部が形成されたマスクをダイボンド樹脂層23上又はダイボンド樹脂付フィルム32上に配置し、紫外線その他のエネルギー線を全面照射してダイボンド樹脂層23に切断予定ライン5に沿って変質領域29を形成してもよい。

#### 産業上の利用可能性

[0072] 以上説明したように、本発明によれば、表面に機能素子が形成された半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することができる。

### 請求の範囲

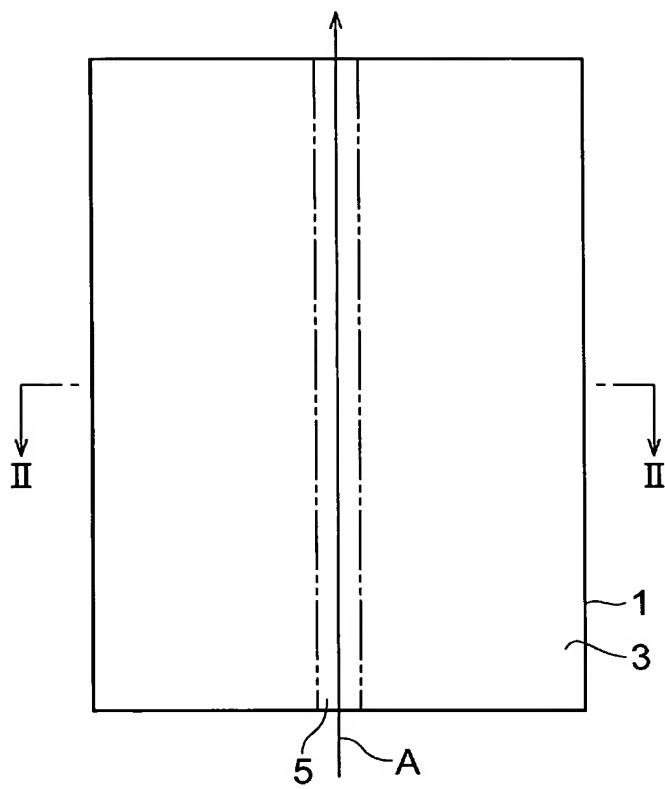
- [1] 表面に機能素子が形成された半導体基板を切断予定ラインに沿って切断する半導体基板の切断方法であって、
- 前記半導体基板の裏面をレーザ光入射面として前記半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することで改質領域を形成し、その改質領域によって、前記切断予定ラインに沿って前記レーザ光入射面から所定距離内側に切断起点領域を形成する工程と、
- 前記切断起点領域を形成した後に、前記半導体基板の裏面にダイボンド樹脂層を介在させて拡張可能な保持部材を取り付ける工程と、
- 前記保持部材を取り付けた後に、前記保持部材を拡張させることで前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を前記切断予定ラインに沿って切断する工程とを備えることを特徴とする半導体基板の切断方法。
- [2] 前記切断起点領域を形成する前に、前記半導体基板が所定の厚さとなるように前記半導体基板の裏面を研磨する工程を備えることを特徴とする請求項1記載の半導体基板の切断方法。
- [3] 前記改質領域は溶融処理領域を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の半導体基板の切断方法。
- [4] 前記改質領域は、溶融処理領域と、その溶融処理領域に対して前記レーザ光入射面の反対側に位置する微小空洞とを含むことを特徴とする請求項1又は2記載の半導体基板の切断方法。
- [5] 前記切断起点領域を形成する際には、前記切断起点領域を起点として前記半導体基板の表面に割れを到達させることを特徴とする請求項1〜4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。
- [6] 前記切断起点領域を形成する際には、前記切断起点領域を起点として前記半導体基板の裏面に割れを到達させることを特徴とする請求項1〜4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。
- [7] 前記切断起点領域を形成する際には、前記切断起点領域を起点として前記半導体基板の表面と裏面とに割れを到達させることを特徴とする請求項1〜4のいずれか

一項記載の半導体基板の切断方法。

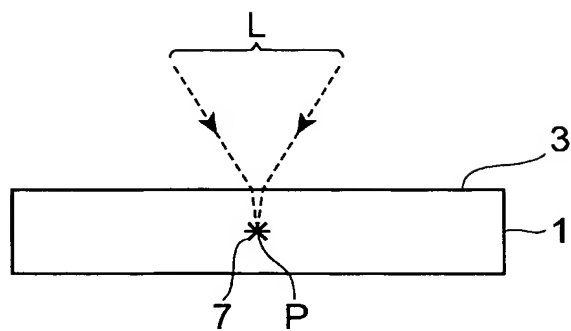
- [8] 前記保持部材を拡張させることで前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を前記切断予定ラインに沿って切断する工程の前に、前記ダイボンド樹脂層を加熱する工程を備えることを特徴とする請求項1〜7のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。



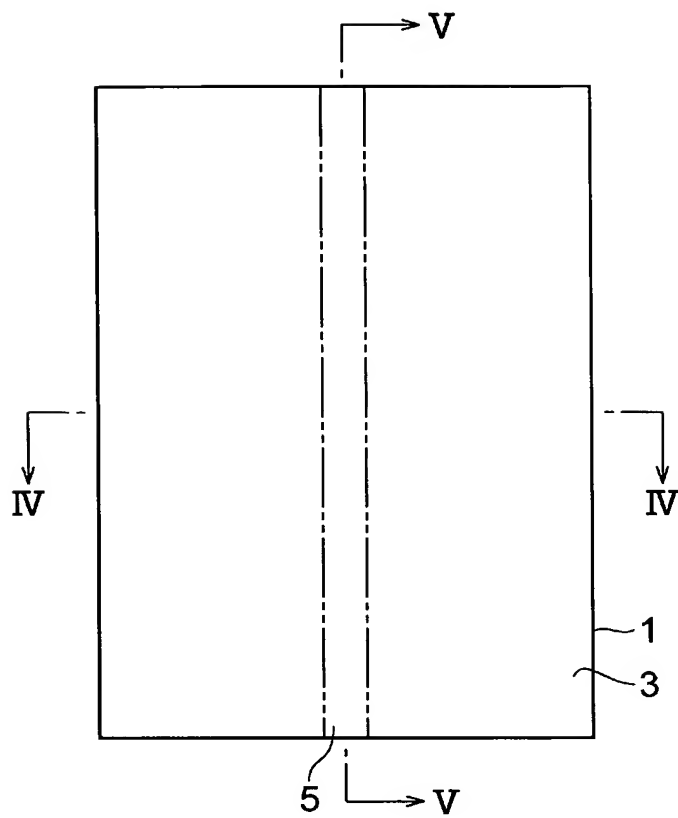
[図1]



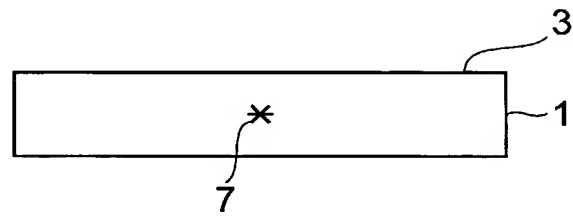
[図2]



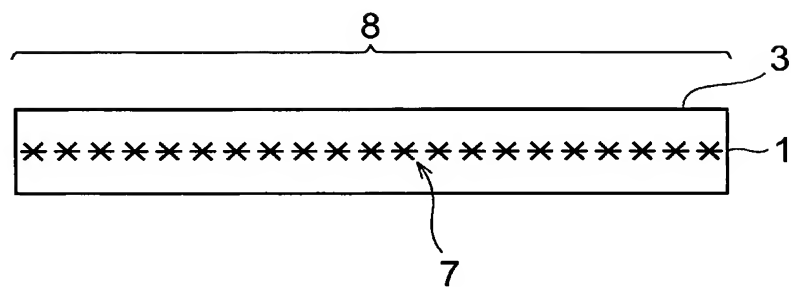
[図3]



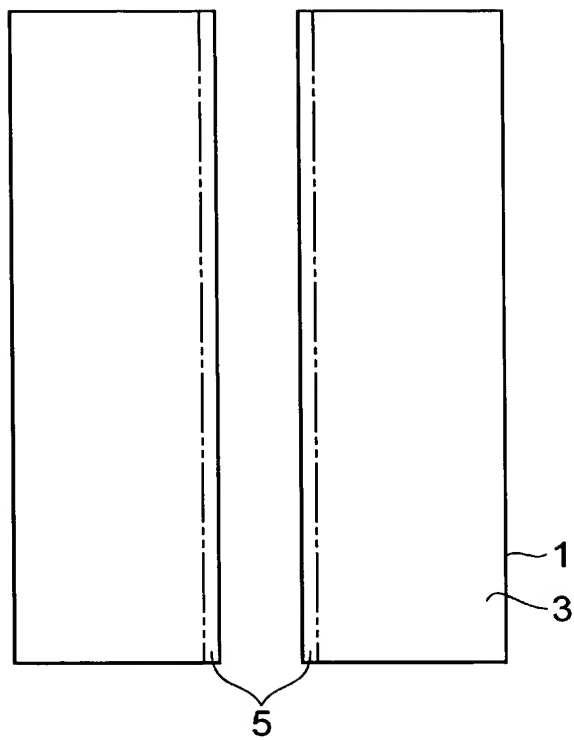
[図4]



[図5]



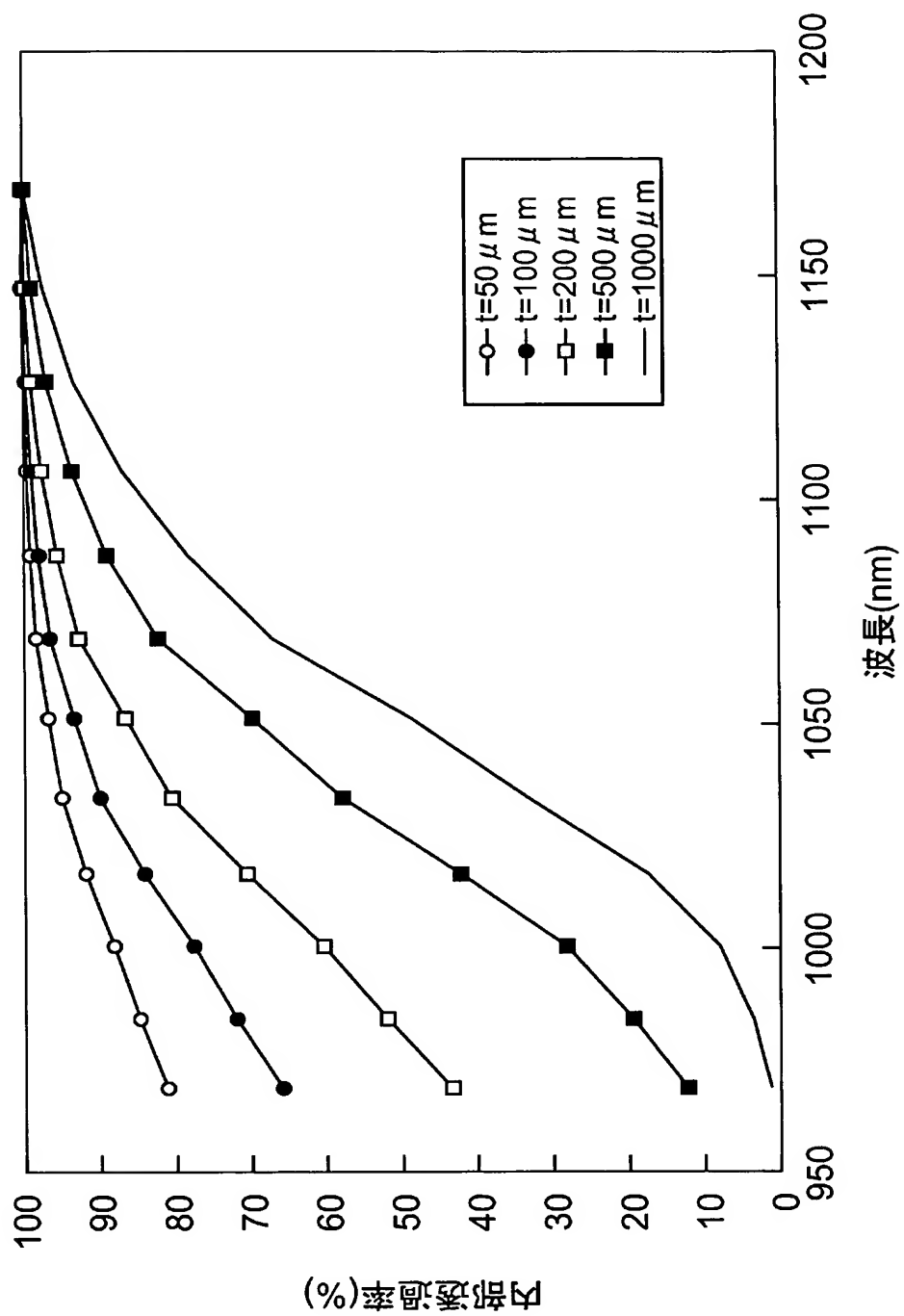
[図6]



[図7]

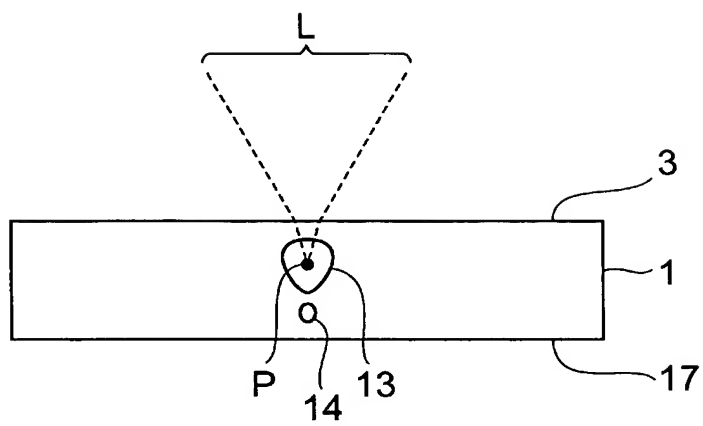


[図8]

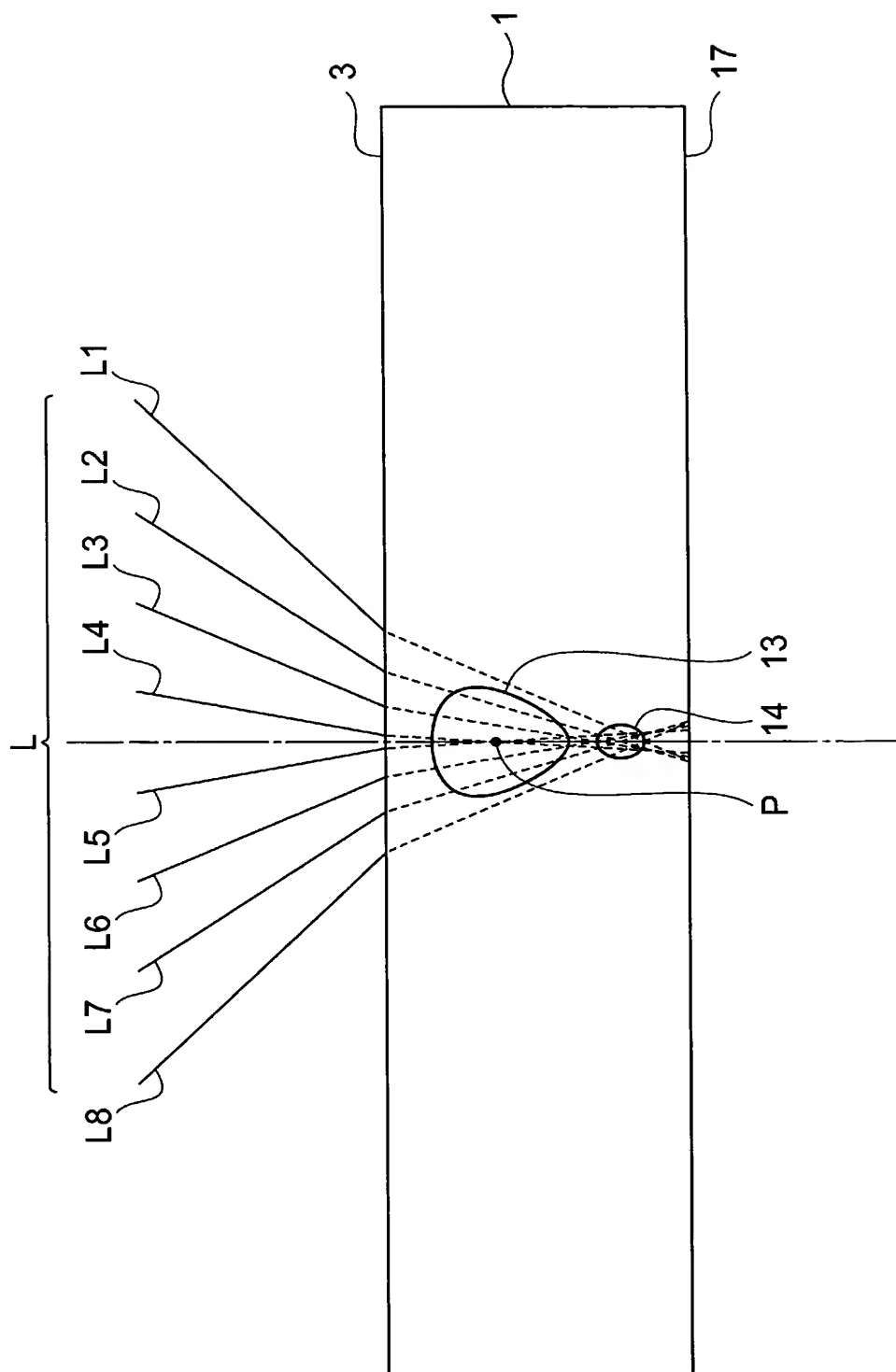




[図9]



[図10]

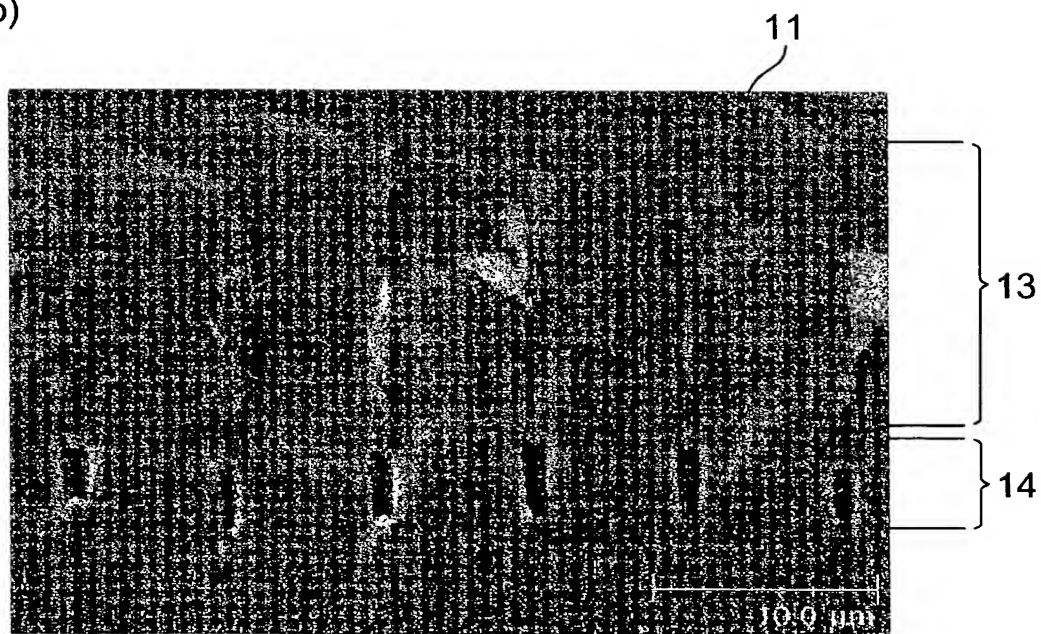


[図11]

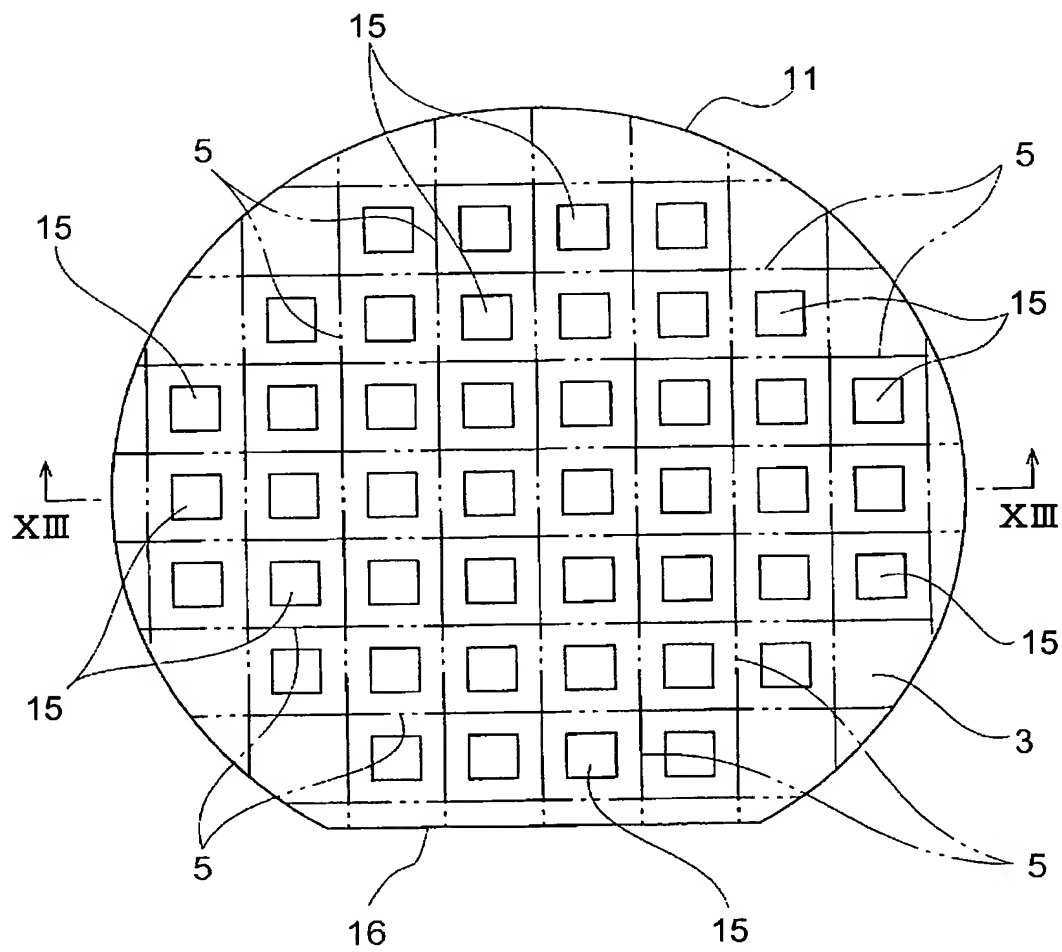
(a)



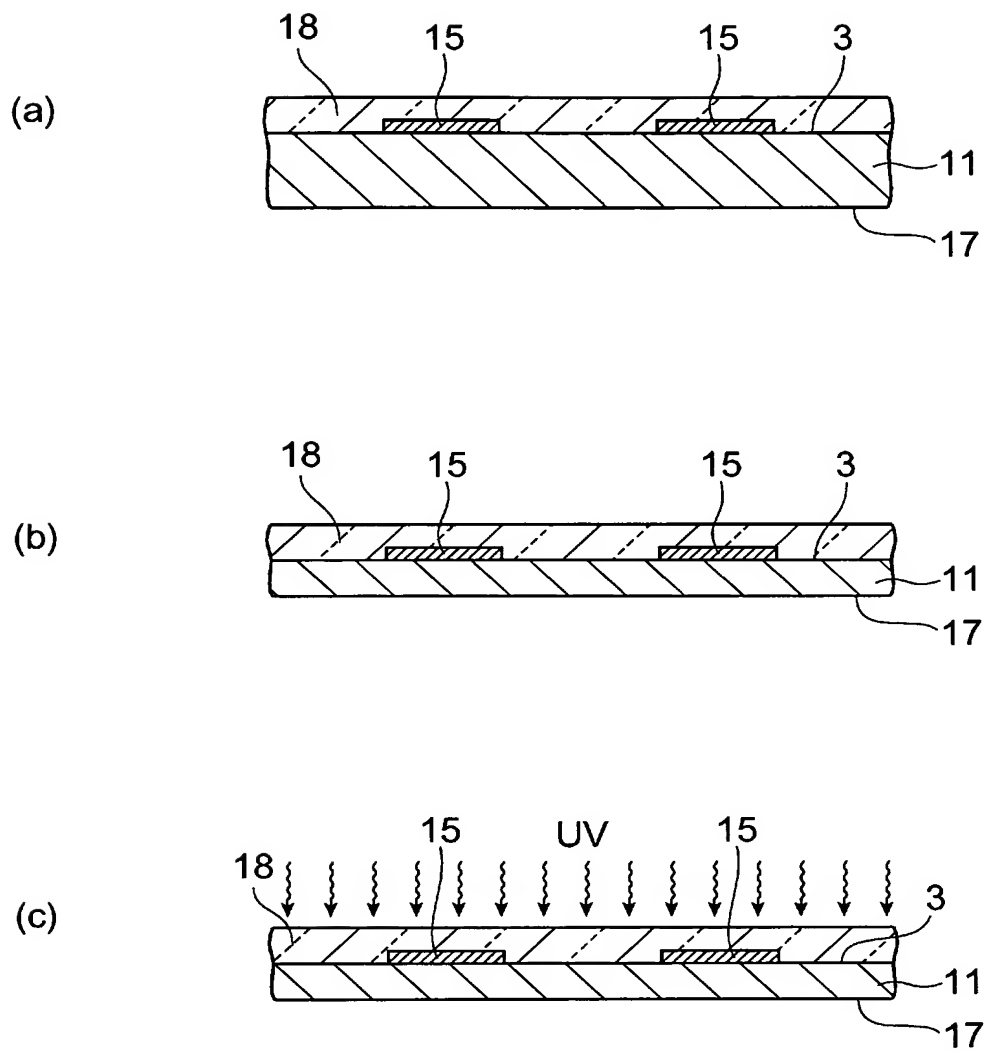
(b)



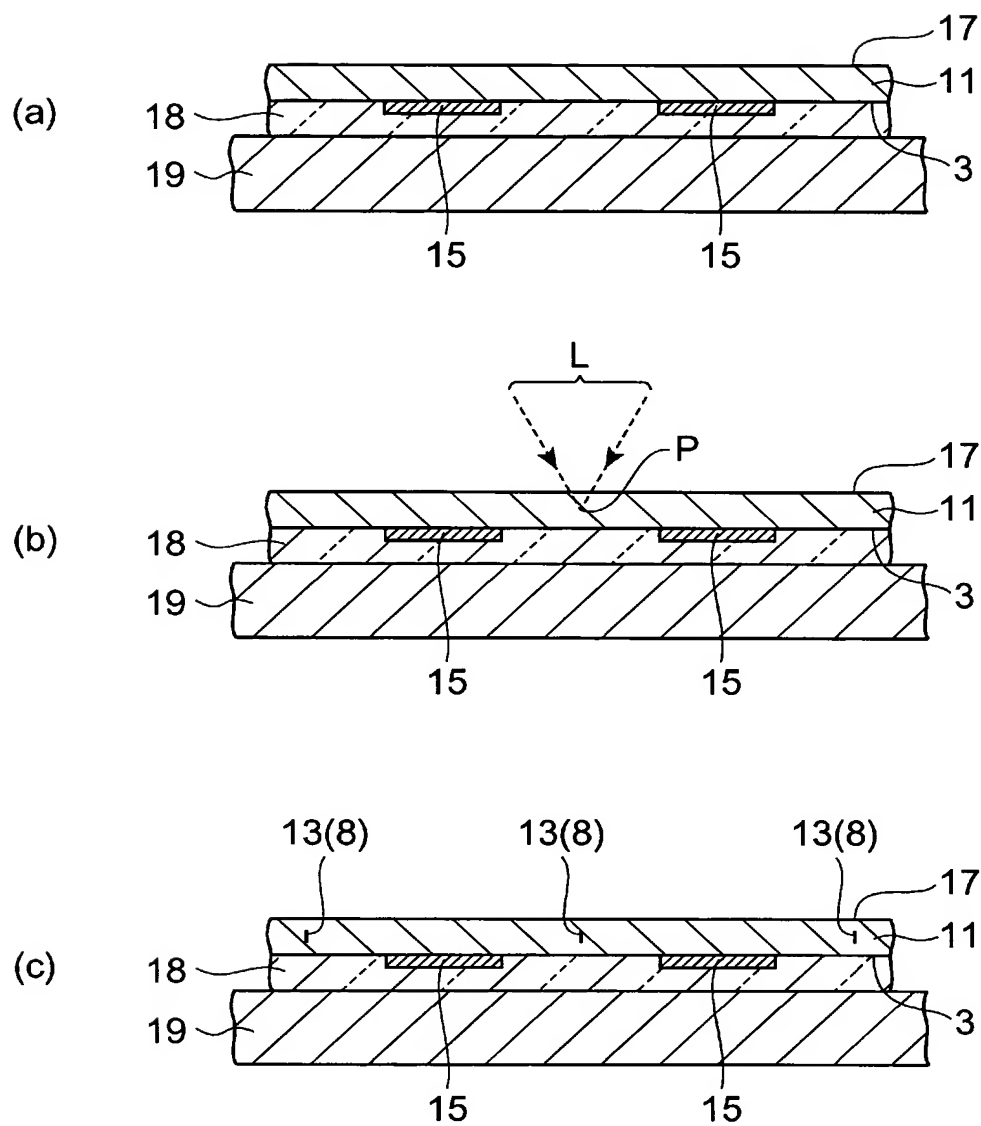
[図12]



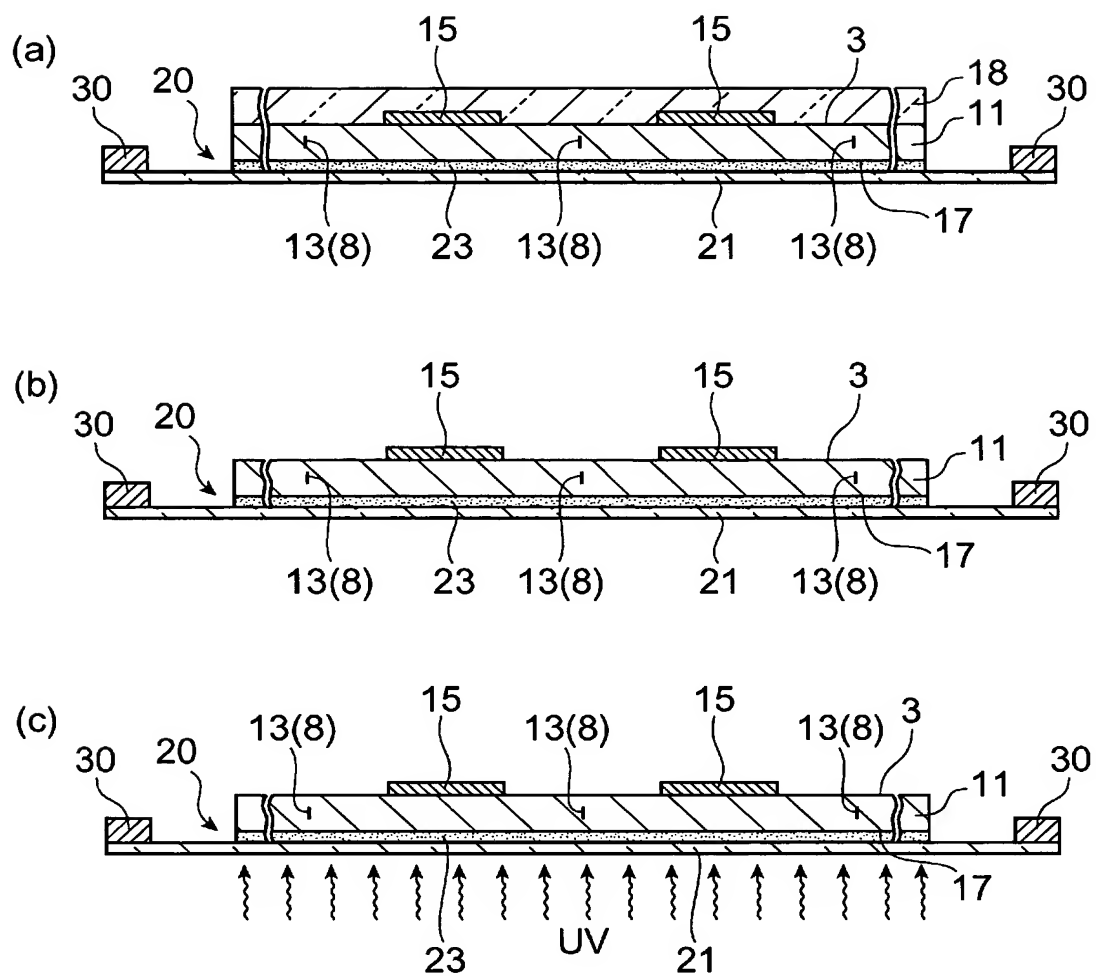
[図13]



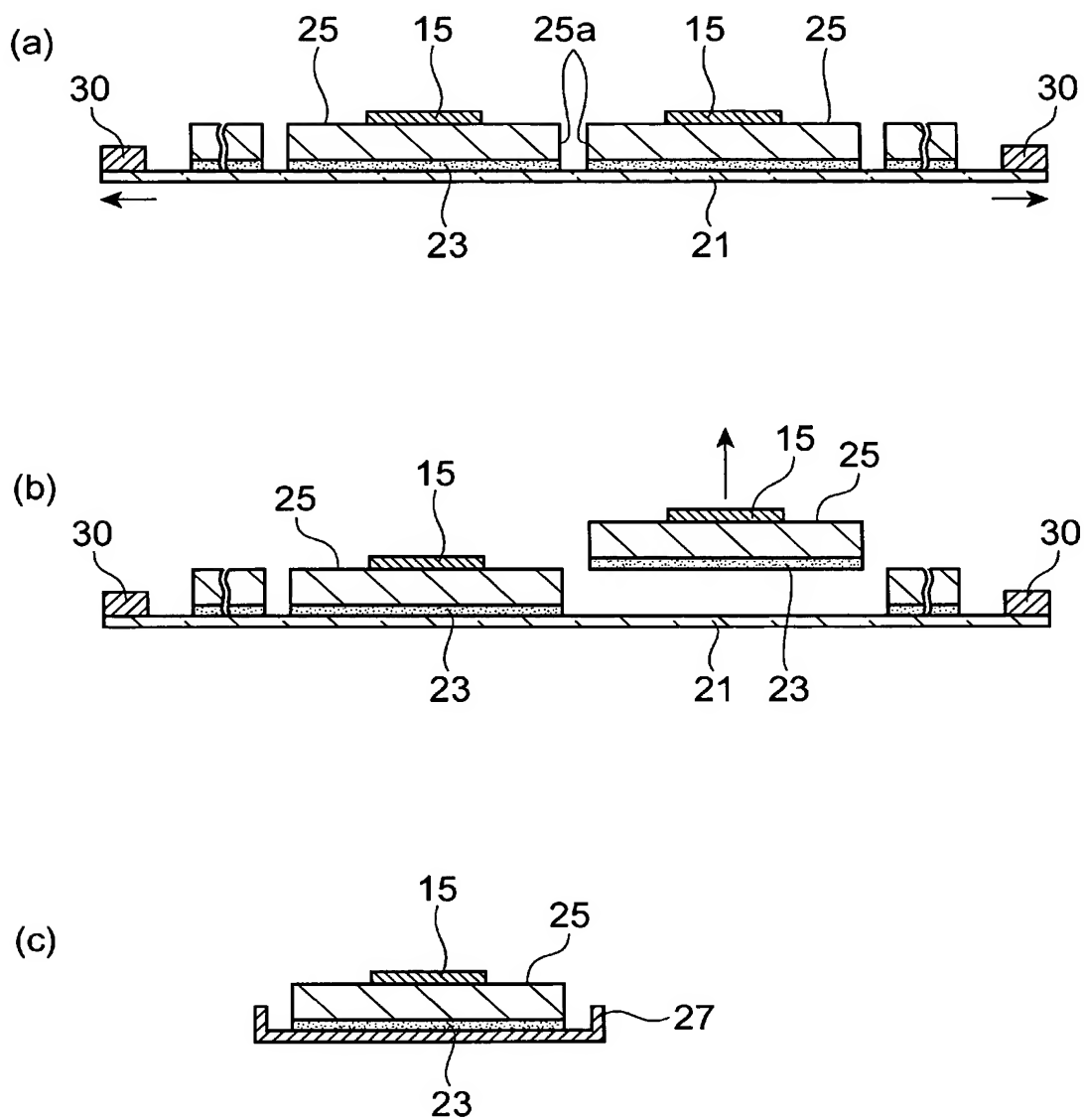
[図14]



[図15]



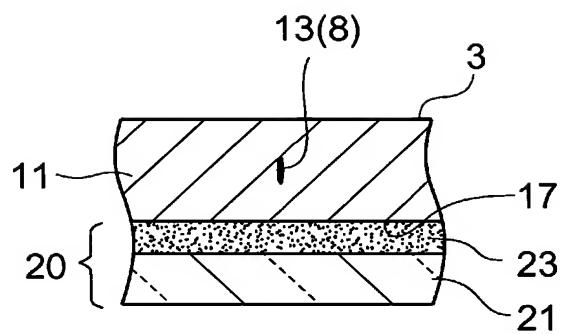
[図16]



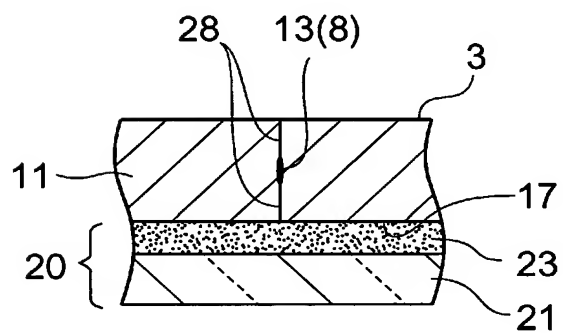


[図17]

(a)

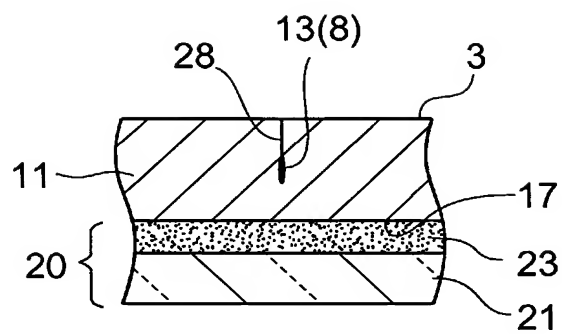


(b)

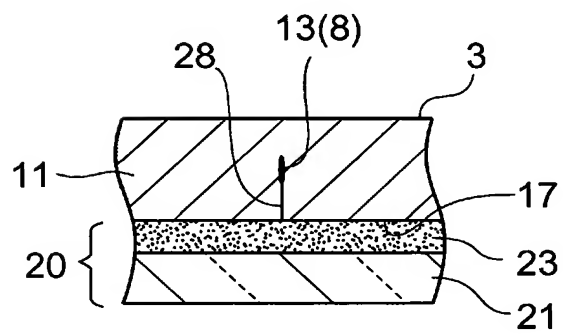


[図18]

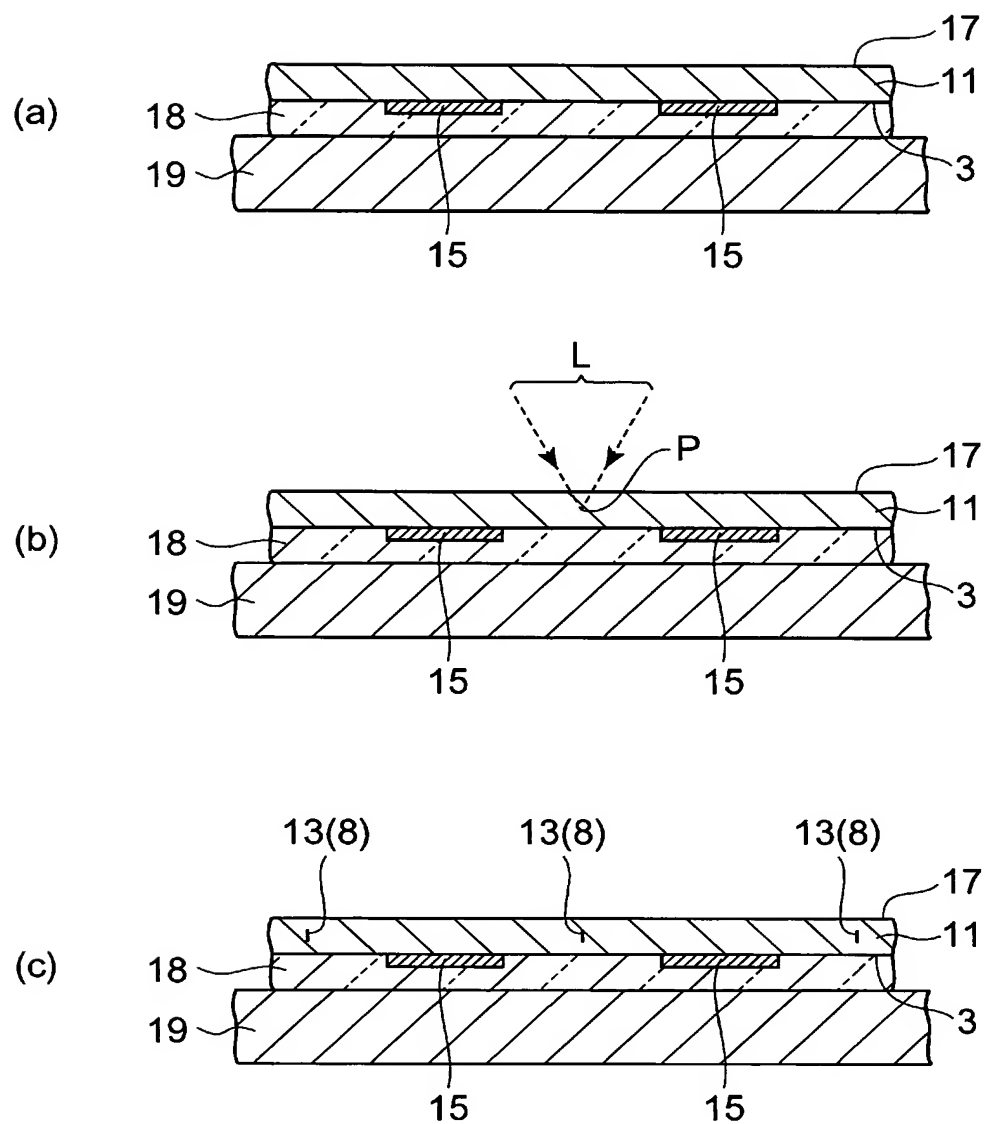
(a)



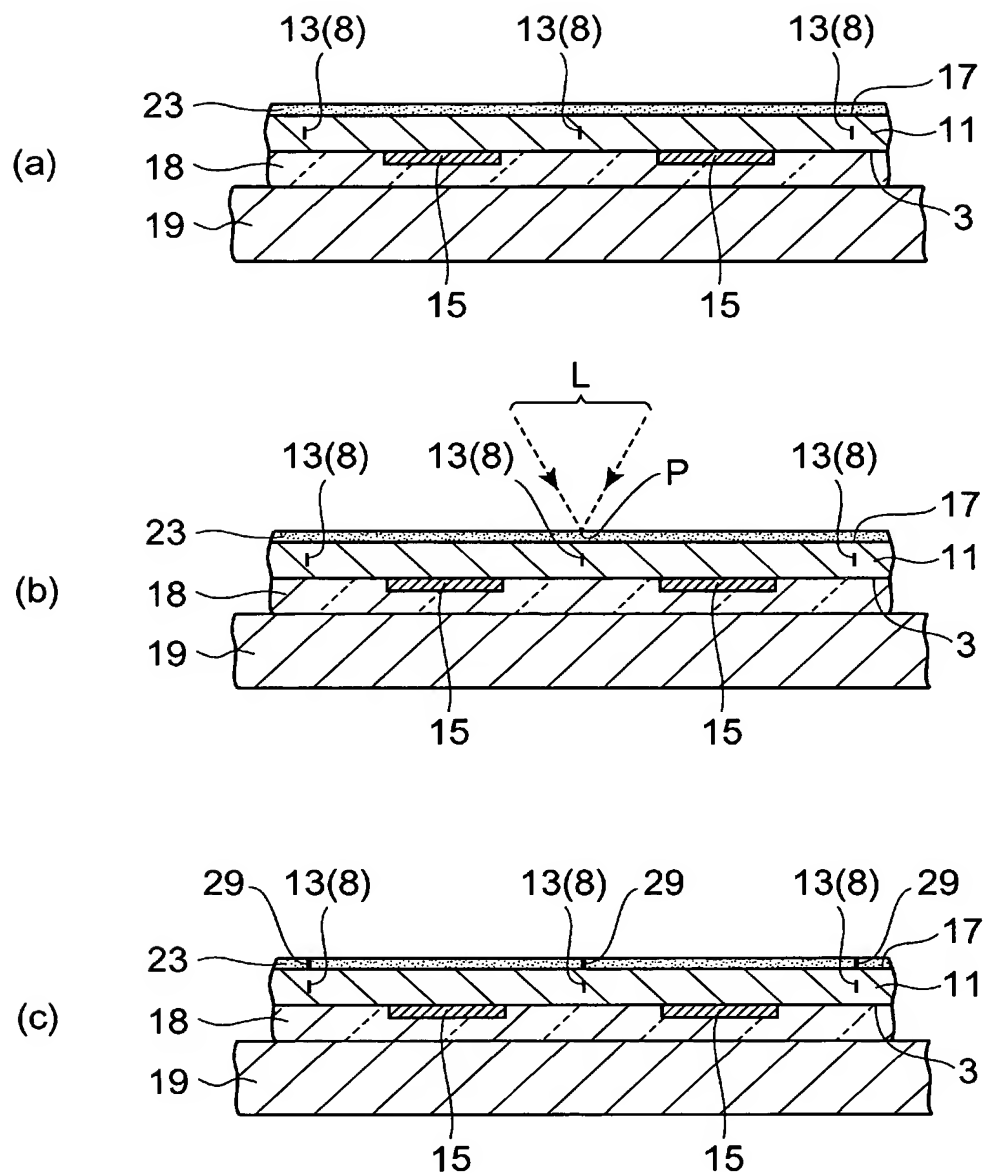
(b)



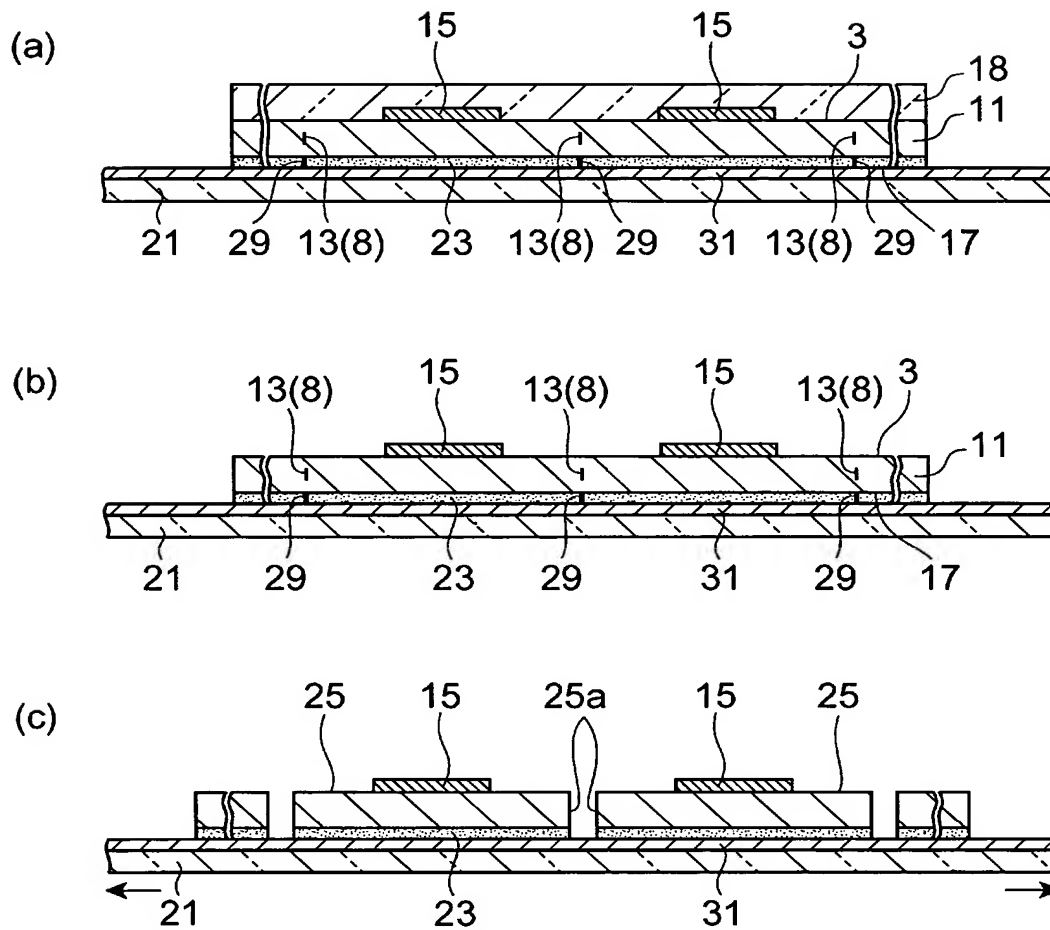
[図19]



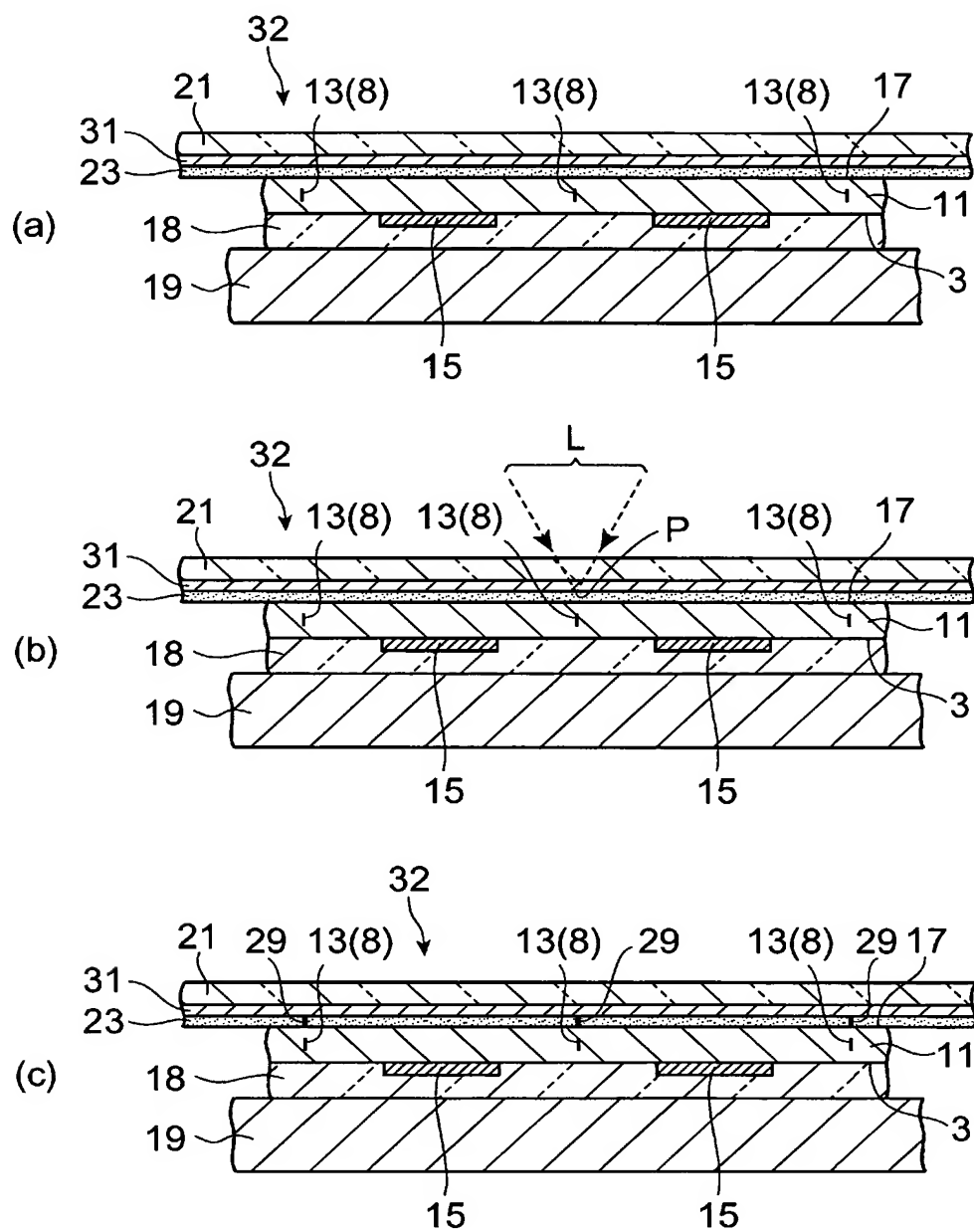
[図20]



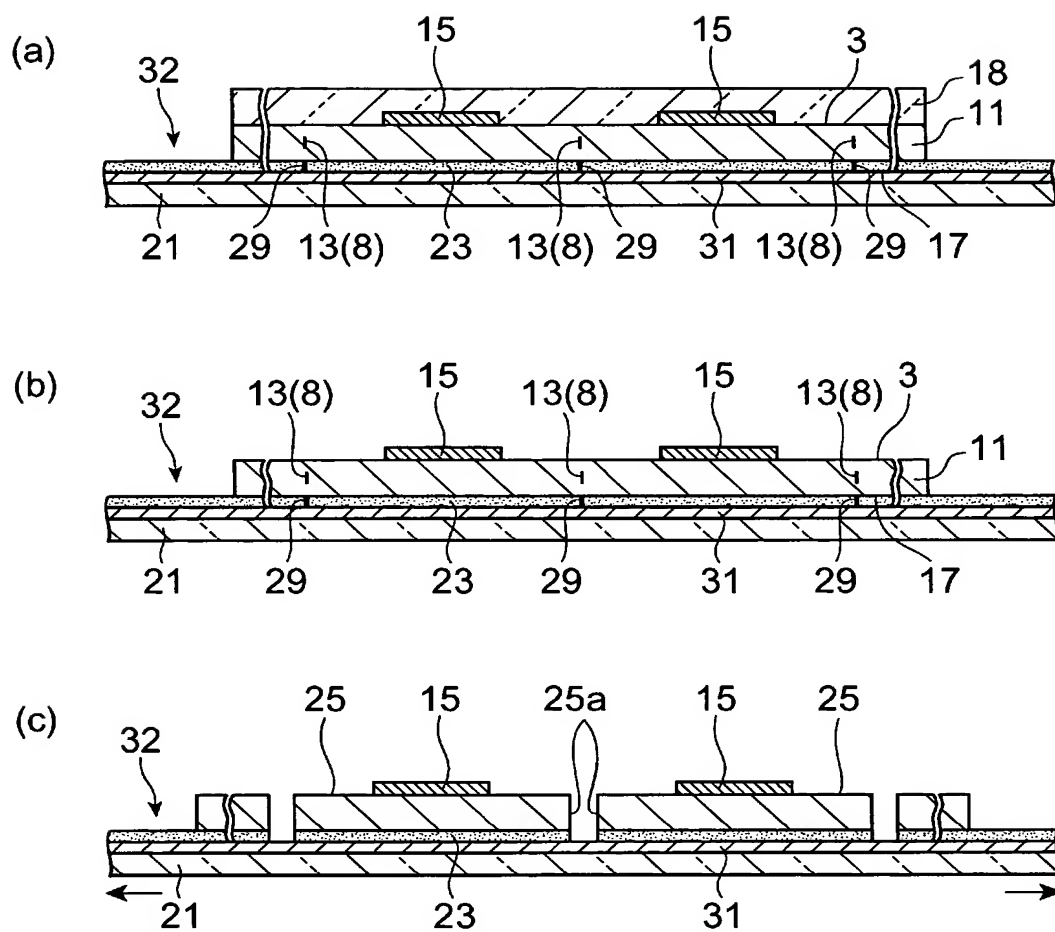
[図21]



[図22]



[図23]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013163

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> H01L21/301, B23K26/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H01L21/301, B23K26/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-356942 A (Toshiba Corp.), 10 December, 1992 (10.12.92), Par. Nos. [0021] to [0028] (Family: none)	1-8
A	JP 2002-192367 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 10 July, 2002 (10.07.02), Par. Nos. [0051] to [0052] & EP 1338371 A1	1-8
P, X	JP 2004-1076 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 08 January, 2004 (08.01.04), Claim 1 & WO 2003/076118 A1	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 December, 2004 (02.12.04)		Date of mailing of the international search report 21 December, 2004 (21.12.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L 21/301, B23K 26/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L 21/301, B23K 26/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 4-356942 A (株式会社東芝) 1992.12.10, 【0021】-【0028】 (ファミリーなし)	1-8
A	J P 2002-192367 A (浜松ホトニクス株式会社) 2002.07.10, 【0051】-【0052】 & EP 1338371 A1	1-8
PX	J P 2004-1076 A (浜松ホトニクス株式会社) 2004.01.08, 【請求項1】 & WO 2003/076118 A1	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.12.2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

紀本 孝

3P

8815

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**